

KCS 41 30 06 : 2021

원자력발전소 콘크리트공사

2021년 8월 13일 제정
<http://www.kcsc.re.kr>

KC CODE

건설기준 제·개정에 따른 경과 조치

이 기준은 발간 시점부터 사용하며, 이미 시행 중에 있는 설계용역이나 건설공사는 발주기관의 장이 필요하다고 인정하는 경우 종전에 적용하고 있는 기준을 그대로 사용할 수 있습니다.

건설기준 제·개정 연혁

- 이 기준은 건설기준 코드체계 전환에 따라 기존 건설기준(설계기준, 표준시방서) 간 중복·상충을 비교 검토하여 코드로 통합 정비하였다.
- 이 기준은 기존의 건축물의 조적공사, 석공사, 목공사, 방수공사 미장공사 등에 해당되는 부분을 통합 정비하여 기준으로 제정한 것으로 제·개정 연혁은 다음과 같다.

건설기준	주요내용	제·개정 (년.월)
건축공사표준시방서	• 건설부 제정 건축공사표준시방서	제정 (1967.12.29.)
건축공사표준시방서(상), (하)		개정 (1978.12.26.)
건축공사표준시방서(상), (하)	• 건설부 제정 1985년도 개정판	개정 (1985)
건축공사표준시방서	• 건설부 제정 1988년도 개정판	개정 (1989.8.20.)
건축공사표준시방서	• 건설부 제정 1994년 전면개정	개정 (1994.8.30.)
건축공사표준시방서	• 전면개정	개정 (1999.5.10.)
건축공사표준시방서	• 개정판	개정 (2006.4.25.)
건축공사표준시방서	• 개정판	개정 (2013.7.30.)
KCS 41 30 06 : 2016	• 건설기준 코드체계 전환에 따라 코드화로 통합 정비함	제정 (2016.6)
KCS 41 30 06 : 2016	• 한국산업표준과 건설기준 부합화에 따라 수정함	수정 (2018.7)
KCS 41 30 06 : 2021	• 건축공사 안전 및 성능 증대 등을 위한 전면 개정	개정 (2021.8)

제 정 : 2016년 6월 30일
 심 의 : 중앙건설기술심의위원회
 소관부서 : 국토교통부 건축안전과
 관련단체 (작성기관) : 대한건축학회

개 정 : 2021년 8월 13일
 자문검토 : 국가건설기준센터 건설기준위원회

목 차

1. 일반사항	
1.1 적용범위	1
1.2 참고 기준	1
1.3 용어의 정의	1
1.4 제출물	2
1.5 품질보증	2
1.6 환경유의사항	2
2. 자재	
2.1 시멘트	2
2.2 골재	2
2.3 물	3
2.4 철근	3
2.5 혼화재료	4
2.6 재료의 보관과 식별	4
3. 시공	
3.1 제조	5
3.2 운반, 타설 및 다짐	5
3.3 양생	7
3.4 거푸집	7
3.5 철근	9
3.6 한중 콘크리트 공사	13
3.7 서중 콘크리트 공사	13
3.8 특수한 콘크리트	13
3.9 품질관리 및 검사	14

원자력발전소 콘크리트 공사

1. 일반사항

1.1 적용범위

- (1) 이 기준은 원자력 발전소 시설에 있어서의 콘크리트 공사의 자재 및 시공에 대한 일반적이고 기본적인 사항을 규정한다.
- (2) 이 기준은 적법한 절차에 의해 발전소 부지 내에 건설되는 안전관련 구조물인 내진범주 I 급 구조물의 철근콘크리트 구조요소에 대한 최소한의 요건을 규정한다. 이 기준의 규정이 적용되는 안전관련 구조물 및 구조부재는 원자력 안전성등급 시스템 또는 구성 요소를 지지하거나, 수용하거나, 또는 보호하는 원자력 안전성 등급 시스템 구성요소의 일부분인 콘크리트 구조물이다.
- (3) 이 기준의 내용은 전력산업기술기준(KEPIC) 중 원자력구조(SN)의 한 분야인 철근콘크리트 구조 기술기준(KEPIC-SNC : 이하 SNC로 칭한다)을 근간으로 한다. 다만, 콘크리트 격납구조는 원자력구조 분야 중 격납구조 기술기준(KEPIC-SNB)을 우선적으로 적용하며 격납구조 기술기준에서 규정하지 않은 사항에 대해서는 이 시방내용을 적용하여야 한다.
- (4) 아치, 탱크, 수조, 사일로, 방폭구조, 연돌 등의 특수한 구조물에 대해서도 이 기준을 우선 적용한다.
- (5) 강재 바닥판 위에 설치되는 콘크리트 슬래브, 영구히 설치되는 비합성 강재 바닥판 위에 타설되는 구조용 콘크리트 슬래브의 시공에는 이 기준을 적용한다.
- (6) 이 기준은 지중에 매입되는 콘크리트 파일 및 굴착식 피어(drilled pier)의 시공에는 적용되지 않으며, 지중 슬래브의 시공에도 적용되지 않는다.

1.2 참고기준

1.2.1 관련법규

내용 없음

1.2.1 관련기준

KCS 14 20 11 철근공사

1.3 용어의 정의

내용 없음

원자력발전소 콘크리트 공사

1.4 제출물

KCS 41 30 01 (1.4)에 따른다.

1.5 품질보증

KCS 41 30 01 (1.5)에 따른다.

1.6 환경유의사항

KCS 41 30 01 (1.6)에 따른다.

2. 자재

2.1 시멘트

- (1) 시멘트는 공사시방서에 부합되어야 한다.
- (2) 실제로 공사에 사용될 시멘트는 콘크리트의 배합설계에 사용된 시멘트와 동일해야 한다.
- (3) 시멘트를 출하할 때마다 출하되는 해당 시멘트를 대표하는 시험결과(시방서상 제한사항의 요구된 화학적, 물리적 및 선택적 특성값)가 인증된 공장시험보고서가 첨부되어야 한다.
- (4) 구조용 콘크리트에 사용하고자 하는 시멘트는 공장에서 실시한 7일강도 시험보고서를 확인하여야 한다.

2.2 골재

- (1) 콘크리트용 골재는 공사시방서를 따라야 한다.
- (2) 굵은골재의 공칭 최대치수는 다음 값을 초과할 수 없다.
 - ① 거푸집 면간의 최소치수의 1/5
 - ② 슬래브 두께의 1/3
 - ③ 각 철근 및 철선, 철근다발, 프리스트레싱 긴장재나 덕트의 최소 순간격의 3/4
- (3) 콘크리트를 벌집모양이나 공극 발생 없이 타설할 수 있는 워커빌리티나 다짐법을 사용하는 경우에는 발주자 대리인의 판단으로 위의 골재치수 한도를 따르지 않을 수 있다.
- (4) 시방서에서 시험이 적용되지 않는 사항으로 특별하게 제외하지 않는 한, 잠재적 반응시험을 포함하여, 골재가 관련 시방서와 완전히 일치하는지를 확인하는 시험들을 골재가 공사에 사용되기 전에 수행 한다.
- (5) 일일 검사관리 프로그램은 함수량, 입도 및 200번체를 통과하는 재료와 같이 잠재적으로 변할 가능성이 있는 특성값들의 일관성을 파악하고 조절할 수 있도록 콘크리트 생산 중에 수행 되어야 한다.
- (6) 골재의 기본적인 지질이나 포함된 광물의 변화가 의심스러울 경우에는 공사시방서를 따른다.

2.3 물

- (1) 콘크리트 배합에 사용되는 물은 청결해야 하며 콘크리트 및 철근에 유해한 양의 기름, 산, 알칼리, 염분, 유기물 및 기타 다른 물질을 포함해서는 안된다.
- (2) 프리스트레스트 콘크리트 및 알루미늄 매설물이 설치되는 콘크리트에 사용되는 물은, 골재의 표면에 함유되어 있는 소량의 물도 포함해서 유해량의 염소이온을 함유해서는 안된다.
- (3) 식수로 부적합한 물은 다음에 열거한 사항을 만족하지 못하면 콘크리트에 사용될 수 없다.
 - ① 콘크리트 배합의 선정은 동일한 수원의 물을 사용한 배합설계에 근거해야 한다.
 - ② 식수로 적합하지 않은 물로 만들어진 모르타르 시험입방체의 7일 및 28일 강도는 식수로 만들어진 같은 형태의 시편 강도의 최소 90% 이상이어야 한다. 사용한 물의 차이에 따른 강도비교 시험은 물 이외에는 모두 같은 조건으로 제작된 모르타르를 사용해 실시하고, 시험 준비 및 방법은 공사시방서를 따른다.

2.4 철근

- (1) 주철근은 이형철근이어야 한다. 다만, 나선철근이나 긴장재에는 원형철근을 사용할 수 있다. 그리고, 구조용 형강, 강관 또는 각형 강관 등의 보강재도 이 시방서에 따라 사용할 수 있다.
- (2) 철근의 용접은 공사시방서를 따른다. 용접이음의 형식과 위치 및 철근의 용접에 필요한 기타 요건들은 시공용 도면이나 공사시방서에 기술되어야 한다.

2.4.1 철근

- (1) 철근은 공사시방서에 부합해야 한다.
 - ① 한 बै치의 철강에서 생산된 각 철근 크기별로 최소한 50톤마다 1회의 인장시험을 실시한다.
- (2) 이형철근의 설계기준항복강도는 420 MPa를 초과할 수 없다.
- (3) 콘크리트 보강용 바 매트와 바 매트에 사용되는 철근은 공사시방서를 따른다.
- (4) 콘크리트 보강용 이형철선은 공사시방서를 따른다. 다만, 철선의 직경은 6mm 이상이어야 한다.
- (5) 콘크리트 보강용 원형 용접철망은 공사시방서를 따라야 한다. 용접된 교차점의 간격은 계산된 응력방향으로 300 mm 이하이어야 한다.
- (6) 콘크리트 보강용 이형 용접철망은 공사시방서를 따른다. 용접된 교차점의 간격은 계산된 응력방향으로 400 mm 이하이어야 한다. 다만, 공사시방서에 따라 철망을 스티럽으로 사용할 경우에는 예외로 한다.
- (7) 에폭시 도막 철근은 공사시방서를 따라야 한다. 도막처리된 철근을 사용할 때마다 예상되는 사용 환경에 대한 도막된 철근의 적합성을 평가한다.

2.4.2 프리스트레싱 긴장재

- (1) 프리스트레스트 콘크리트의 긴장재는 공사시방서를 따른다.

2.4.3 구조용 강재, 강관, 또는 각형 강관

- (1) 합성압축부재에서 철근과 함께 사용되는 구조용 강재는 공사시방서를 따른다.
- (2) 콘크리트 심부를 강재로 둘러싸는 합성압축부재용의 강관 또는 각형 강관은 공사시방서를 따른다.

2.5 혼화재료

- (1) 혼화재료를 콘크리트에 사용하기 전에 발주자 대리인의 허가를 받아야 한다.
- (2) 혼화재료는 공사시방서에 따라 콘크리트 배합을 결정할 때 사용했던 제품과 동일한 성분 및 성능이 공사 중 일관되게 유지되어야 한다.
- (3) 염화칼슘 또는 혼화재료 성분 중 불순물 이외의 성분으로 염소이온을 포함하는 혼화재료는 프리스트레스트 콘크리트, 알루미늄이 매설될 콘크리트 또는 추후에 제거되지 않을 아연 도금한 금속형틀에 타설할 콘크리트에는 사용할 수 없다.
- (4) AE제는 공사시방서를 따라야 한다.
- (5) 감수제, 응결 지연제, 경화 촉진제, 지연형 감수제 및 촉진형 감수제는 공사시방서에 부합해야 한다.
- (6) 혼화재료로 사용되는 플라이 애쉬나 기타 포졸란은 공사시방서에 부합해야 한다.
- (7) 혼화재료로 사용되는 고로 슬래그는 공사시방서에 부합해야 한다.
- (8) 혼화재료로 사용되는 실리카흙은 공사시방서에 부합해야 한다.
- (9) 혼화재료는 시멘트와 조화되어야 하며 유해한 영향을 주어서는 안된다.

2.5.1 시험

- (1) 시방서에 따르는 각 혼화재료에 대한 시험은 최초 출하 및 건설에 사용하기 위하여 현장에서 수령하기 전에 수행한다.
- (2) 공기 연행제 및 감수제의 확인시험 견본에 대한 적외선 스펙트럼 형상은 확인시험 결과와 함께 제출한다.

2.6 재료의 보관과 식별

- (1) 모든 재료들의 손상 및 기능 저하를 방지하기 위해서는 보관 기준을 수립해야 한다. 필요할 경우, 특별한 제품들은 불활성 기체로 둘러싸거나 규정 습도 및 온도조절이 가능한 특별한 장소에 보관해야 한다. 보관된 모든 자재들은 적절한 꼬리표나 표찰을 붙여 식별할 수 있도록 한다.
- (2) 결합재 및 골재는 기능 저하나 이물질의 침입을 방지할 수 있는 방법으로 보관하여야 한다. 열화되거나 오염된 재료는 콘크리트에 사용할 수 없다.
- (3) 철근은 재고품 조절이 용이하고, 관련 요건 이하로 재질 특성이 손상되거나 저하되지 않도록 보관하여야 한다. 철근은 재료시험성적서의 검토가 완료될 때까지는 종류 또는 선적별로 문

서, 꼬리표 또는 관리가 가능한 기타 방법을 사용하여 특기된 묶음번호 또는 표시부호로 구분할 수 있어야 한다.

- (4) 프리스트레싱 시스템 자재는 생산, 운반 및 보관하는 동안에 재료시험성적서에 대한 추적이 가능하도록 표시하거나 꼬리표를 붙여야 한다.

3. 시공

3.1 제조

3.1.1 일반사항

- (1) 이 절은 공사현장에 설치한 공장의 콘크리트 제조에 적용한다. 레디믹스트 콘크리트 공장에서 콘크리트를 제조하는 경우는 한국산업표준 표시 인정을 받은 공장의 것으로 하고, 콘크리트 제조는 공사시방서에 따른다.
- (2) 시공자는 공사에 앞서 콘크리트 제조에 관한 계획서를 생산자와 협의하여 작성하고 책임기술자의 검토 및 확인후 발주자 대리인의 승인을 받는다.
- (3) 콘크리트 설계기준강도는 공사시방서에 따른다.

3.1.2 비빔

- (1) 모든 콘크리트는 재료가 고르게 섞일 때까지 잘 비벼야 하며, 다음 재료가 투입되기 이전에 완전히 배출시켜야 한다.
- (2) 레디믹스트 콘크리트는 공사시방서의 요건에 따라 비벼서 운반해야 한다.
- (3) 현장 비빔 콘크리트는 다음 사항에 따라 비벼야 한다.
 - ① 발주자 대리인이 승인한 형식의 믹서로 비벼야 한다.
 - ② 믹서는 제조자가 제시하는 속도로 회전시켜야 한다.
 - ③ 믹서 드럼에 모든 재료를 투입한 후 적어도 1분 30초간 계속 비벼야 한다. 전문시방서의 혼합 균질성 시험에 의해 균질성이 확인된다면 더 짧은 시간동안만 비빔 수도 있다.
 - ④ 재료의 취급과 비빔은 공사시방서의 규정에 따라야 한다.
 - ⑤ 다음 사항을 식별하기 위한 상세한 기록을 유지해야 한다.
 - 가. 생산된 बै치 횟수
 - 나. 사용된 재료의 배합
 - 다. 구조물 내의 개략적인 최종 타설 위치
 - 라. 비빔 및 타설 시간 및 일자

3.2 운반, 타설 및 다짐

3.2.1 일반사항

- (1) 이 절은 공사 현장 내의 콘크리트 운반, 타설 및 다짐에 적용한다.

원자력발전소 콘크리트 공사

3.2.2 운반

- (1) 콘크리트는 믹서로부터 최종 타설 장소까지 재료의 분리와 손실을 방지할 수 있는 방법으로 운반해야 한다.
- (2) 운반 장비는 재료의 분리를 일으키지 않고, 연속 타설 중에 소성을 상실할 정도의 장애 없이 콘크리트를 타설 지점에 공급할 수 있는 것이어야 한다.
- (3) 알루미늄 관은 콘크리트의 운반에 사용할 수 없다.

3.2.3 타설 전 준비

- (1) 콘크리트의 타설 및 운반 장비는 깨끗해야 한다.
- (2) 부스러기와 얼음은 콘크리트를 타설할 공간에서 완전히 제거해야 한다.
- (3) 거푸집의 표면은 적절하게 도막해야 한다.
- (4) 콘크리트와 접촉할 조적 채움재는 물로 충분히 적셔 주어야 한다.
- (5) 철근은 얼음 또는 표면의 해로운 이물질이 완전히 제거된 깨끗한 상태이어야 한다.
- (6) 트레미 관을 사용하거나 또는 타설 작업 및 다짐 작업 중에 콘크리트에 물을 추가 혼합하는 방법이 사용되는 경우를 제외하고, 콘크리트를 타설할 장소에 있는 모든 물은 콘크리트 타설 전에 제거되어야 한다.
- (7) 경화된 콘크리트 위에 콘크리트를 타설하기 전에 모든 레이턴스와 기타 부실한 재료를 제거해야 하며, 접합부를 청소하는 방법은 공사시방서에 기술되어야 한다.

3.2.4 타설

- (1) 콘크리트는 가능한 한 최종 위치 부근에 타설하여 추가 이동에 의한 재료 분리가 발생하지 않도록 하여야 한다.
- (2) 콘크리트의 타설 작업은 콘크리트가 항상 유동성을 갖고 철근 사이의 공간으로 잘 흘러 들어갈 수 있을 정도의 속도로 하여야 한다.
- (3) 부분적으로 경화된 콘크리트나 외부 물질에 의해 오염된 콘크리트는 구조물에 타설할 수 없다.
- (4) 다시 비빔한 콘크리트는 사용할 수 없다.
- (5) 콘크리트 타설이 시작되면 관이나 단면의 경계 또는 미리 결정된 이음부까지 연속적으로 타설 작업을 해야 한다.
- (6) 거푸집이 설치된 수직방향 돌출부의 윗면은 비교적 수평이어야 한다.
- (7) 시공이음부가 필요할 경우 이음부는 이 기준 3.2.5에 따라 처리해야 한다.

3.2.5 이어붙기

- (1) 시공 이음부의 콘크리트 표면은 철저히 청소해야 하며 레이턴스는 제거해야 한다.
- (2) 새로 콘크리트를 타설하기 직전의 모든 시공 이음부는 습윤 상태이어야 하며 고인 물이 없어

야 한다.

- (3) 시공 이음부의 위치 및 처리는 구조물의 강도를 저하시키지 않도록 해야 한다. 모든 시공 이음부는 설계 도면에 명시하거나 발주자 대리인이 승인하여야 한다. 시공 이음부를 통한 전단 및 기타 힘의 전달을 위한 조치를 취해야 한다.
- (4) 층 바닥의 시공 이음부는 슬래브, 보 및 거더의 중앙 1/3 경간 내에 있어야 한다. 거더의 시공 이음부는 교차하는 보에서 보 폭의 최소 2배 만큼 떨어져서 설치되어야 한다.
- (5) 기둥이나 벽체에 지지되는 보, 거더, 또는 슬래브의 콘크리트는 이들을 지지하는 수직 부재 콘크리트의 유동성이 없어질 때까지는 타설할 수 없다.
- (6) 설계도면이나 시방서에 별도로 명시되지 않으면 보, 거더, 현치, 지판 및 기둥머리는 슬래브 시스템의 일부로 고려하여 일체로 설치하여야 한다.

3.2.6 다짐

- (1) 모든 콘크리트는 타설 중에 적절한 방법으로 철근이나 매설물 주위 및 거푸집 구석구석까지 철저히 다져지도록 하여야 한다.
- (2) 주위 조건이 다짐을 어렵게 만드는 곳이나 철근이 밀집되어 있는 곳에 콘크리트를 타설하기 위해서는 굵은골재의 등급에서 큰 골재들을 제외하기 위해 콘크리트를 다시 배합할 수도 있다. 다만, 한 가지 입도의 굵은골재가 공급되는 곳에서는 시멘트, 모래 및 물을 거의 동일하게 배합한 모르타르로 대체할 수도 있다. 이러한 대체는 타설 작업이 특별히 어렵고 위치, 배합 비 및 배합변경에 대하여 발주자 대리인의 승인을 받을 경우에만 가능하다.

3.3 양생

- (1) 콘크리트(조강콘크리트 제외)는 타설 후 최소한 7일 동안 10℃ 이상의 온도에서 습윤 상태로 유지되어야 한다. 다만, 아래 “(3)”에 따라 양생할 때는 제외한다.
- (2) 조강콘크리트는 타설 후 최소한 3일 동안 10℃ 이상의 온도에서 습윤 상태로 유지되어야 한다. 다만, 아래 “(3)”에 따라 양생할 때는 제외한다.
- (3) 축진양생
 - ① 강도증진 및 양생기간의 단축을 위해서는 고압증기 양생, 대기압 상태에서의 증기양생, 가열 습윤 양생이나 승인된 다른 양생 방법을 사용할 수 있다.
 - ② 축진양생방법을 사용할 경우에는 재하시점에서의 콘크리트 압축강도가 적어도 그 하중의 재하에 필요한 소요 설계강도에 도달하도록 해야 한다.
 - ③ 양생 절차는 상기 ① 또는 ②항의 양생 방법과 최소한 동등한 내구성을 갖는 콘크리트가 생산될 수 있도록 수립되어야 한다.
 - ④ 발주자 대리인이 요구할 때는, 양생이 충분하다는 것을 확인하기 위한 보완적인 강도시험을 이 기준 3.9.3의 “(3)”에 따라 시행하여야 한다.
 - ⑤ 액체 피막양생제가 사용되는 곳에는 양생 후에 적용될 보호 도장과 피막양생제의 적합성에 특별히 주의하여야 한다.
 - ⑥ 양생 방법은 공사시방서에 기술하여야 한다.

3.4 거푸집

3.4.1 일반사항

- (1) 이 절은 거푸집 재료, 설계, 가공, 조립 및 제거에 적용한다.
- (2) 거푸집은 최종 구조물이 설계도 또는 시방서에서 요구하는 부재의 형상, 선 및 치수에 일치하도록 설치해야 한다.

3.4.2 거푸집 설계

- (1) 거푸집은 견고해야 하며 모르타르의 누출을 확실히 방지할 수 있도록 치밀하게 설치해야 한다.
- (2) 거푸집은 위치와 형상을 유지할 수 있도록 적절하게 지지하거나 서로 묶어야 한다.
- (3) 거푸집이나 거푸집 지지대는 기존의 구조물에 손상을 주지 않도록 설계되어야 한다.
- (4) 거푸집은 다음 사항들을 고려하여 설계하여야 한다.
 - ① 콘크리트의 타설 방법 및 속도
 - ② 수직, 수평 및 충격하중을 포함한 시공하중
 - ③ 셀, 절판, 돔, 건축 구조물용 콘크리트 또는 비슷한 형식을 가진 요소들의 시공을 위한 특수 거푸집 요건
- (5) 프리스트레스트 콘크리트 부재용 거푸집은 프리스트레싱 작업 중에도 손상 없이 부재의 이동이 허용되도록 설계 및 시공해야 한다.
- (6) 거푸집으로서 강제 라이너를 사용하는 경우에는 다음 사항에 대하여 특별한 주의를 기울여야 한다.
 - ① 관통부에 대한 요구 오차가 확보되는 라이너 지지대
 - ② 라이너의 변형을 방지할 수 있는 타설 높이
 - ③ 도장 체계가 적용될 콘크리트의 거푸집은 도장체계에 적합해야 한다.

3.4.3 거푸집 해체와 후 처리

- (1) 거푸집은 구조물의 안전성과 사용성에 손상을 주지 않는 방법으로 해체해야 한다. 거푸집 해체로 노출되는 콘크리트는 해체작업에 의하여 손상을 입지 않을 만큼 충분한 강도를 가져야 한다.
- (2) 다음 ①, ② 및 ③의 규정은 지반 위에 설치되지 않는 슬래브 및 보에 적용한다.
 - ① 시공자는 공사 시작 전에 동바리 해체 및 동바리의 재설치와 그 과정에서 구조물에 전달되는 하중계산을 위한 절차 및 계획을 수립하여야 한다.
 - 가. 발주자 대리인이 요청할 경우, 시공자는 거푸집 해체와 동바리의 설치 방법 및 계획에 사용된 콘크리트 강도자료와 구조해석 자료를 제출하여야 한다.
 - 나. 설치되어 있는 거푸집과 동바리를 고려하여 구조부재가 자중과 상재하중을 안전하게 지지할 수 있는 충분한 강도를 가진 경우 외에는 시공 중인 구조부재에 시공하중을 가

해서는 안 되며 동바리도 제거할 수 없다.

다. 예상하중, 거푸집 및 동바리의 강도, 콘크리트의 강도자료를 고려한 구조해석으로 충분한 강도를 입증해야 한다. 콘크리트 강도는 현장양생 공시체의 시험에 근거하거나 발주자 대리인의 승인이 있을 경우 콘크리트의 강도를 평가할 수 있는 다른 절차에 근거하여야 한다.

- ② 구조물에 재하되는 부가 고정하중과 설계 활하중을 합한 조합하중보다 큰 시공하중은 구조해석을 통하여 부재의 내하능력이 확인되지 않으면 동바리가 없는 시공 중인 구조부재 위에 재하되어서는 안된다.
 - ③ 프리스트레스트 콘크리트 부재의 거푸집 지지대는 프리스트레스트 콘크리트 부재에 고정하중 및 예상되는 시공하중을 견딜 수 있을 만큼 충분한 프리스트레싱이 가해질 때까지는 해체할 수 없다.
- (3) 콘크리트에 도장이 적용되는 곳에는 도장 체계에 적합한 경화제, 첨가제 및 거푸집 박리제만을 사용하여야 한다.

3.5 철근

3.5.1 일반사항

- (1) 이 절은 철근의 품질, 가공 및 조립에 적용한다.

3.5.2 철근 가공

- (1) 이 기준에서 사용하는 표준갈고리는 다음 중 하나를 의미한다. 여기서, d_b 는 철근의 공칭지름이다.

- ① 180°로 구부리고 반원 끝에서 최소한 65 mm 이상 되도록 $4 d_b$ 이상 연장한 갈고리
- ② 90°로 구부리고 구부린 끝에서 $12 d_b$ 이상 연장한 갈고리
- ③ 스티럽과 띠철근의 갈고리

가. 16 mm 이하의 철근을 90° 구부리고 구부린 끝에서 $6 d_b$ 이상 연장한 갈고리

나. 19 mm, 22 mm 및 25 mm 철근을 90° 구부리고 구부린 끝에서 $12 d_b$ 이상 연장한 갈고리

다. 25 mm 이하의 철근을 135° 구부리고 구부린 끝에서 $6 d_b$ 이상 연장한 갈고리

라. 폐쇄 띠철근 및 내진 상세에서 후프철근으로 정의된 연속적으로 감은 띠철근의 경우에는, 135° 구부리고 구부린 끝에서 75 mm 이상 되도록 $6 d_b$ 이상 연장한 갈고리

- (2) 최소 구부림 내면 지름

- ① 10 mm, 13 mm, 16 mm 철근으로 만든 스티럽이나 띠철근을 제외하고, 철근의 안쪽에서 측정된 구부림 지름은 표 3.5-1의 값 이상이어야 한다.

원자력발전소 콘크리트 공사

표 3.5-1 최소 구부림 내면 지름

철근	최소 구부림 내면 지름
10 mm ~ 25 mm	6 d _b
29 mm, 32 mm 및 35 mm	8 d _b
41 mm, 51 mm	10 d _b

② 16 mm 이하의 스티럽이나 띠철근에 대한 구부림의 내면 지름은 4 d_b 이상이어야 하며 16 mm 보다 큰 철근은 표 1에 따라야 한다.

③ 스티럽이나 띠철근으로 사용되는 용접철망(원형이나 이형)에 대한 구부림의 내면 지름은, D6 보다 큰 이형철선에 대해서는 4 d_b 이상, 그 외의 철선에 대해서는 2 d_b 이상이어야 한다. 내면 지름이 8d_b보다 작은 구부림은 가장 가까이 용접된 접합 부분으로부터 4 d_b 이상 떨어진 위치에서 구부려야 한다.

(3) 구부림

① 발주자 대리인의 특별한 지시가 없는 한 모든 철근은 상온에서 구부려야 한다.

② 콘크리트에 일부가 매설되어 있는 철근은 설계 도면에 표시되어 있거나 발주자 대리인이 특별히 허가하지 않는 한 현장에서 구부릴 수 없다.

3.5.3 철근 조립

(1) 철근, 프리스트레싱 긴장재 및 덕트는 콘크리트를 타설하기 전에 정확하게 배치하고 충분히 지지해야 하며 변위가 다음 (2) 항의 허용오차 내에 있도록 보호해야 한다.

(2) 발주자 대리인의 별도 지시가 없는 한 철근, 프리스트레싱 긴장재 및 덕트는 다음의 허용오차를 벗어나지 않도록 설치해야 한다.

① 유효깊이에 대한 허용오차와 휨 부재, 벽체, 압축 부재 콘크리트의 최소 피복두께에 대한 허용오차는 다음 표 3.5-2에 따른다.

표 3.5-2 최소 피복두께에 대한 허용오차

	유효깊이(d)에 대한 허용오차	콘크리트 최소 피복두께에 대한 허용오차
d ≤ 200 mm	± 10 mm	-10 mm
d ≤ 500 mm	± 12 mm	-12 mm
d > 500 mm	± 25 mm	-12 mm

주) 단, 보의 밑면까지의 순간격에 대한 허용오차는 -6mm이며, 피복두께의 허용오차는 설계도면 또는 시방서에서 요구하는 최소 피복두께의 -1/3배 이하이다.

② 종방향 위치에 대한 구부림 및 철근 단부의 허용오차는 ±50 mm이다. 다만, 부재의 불연속 단에서의 오차는 ±12 mm이다.

- (3) 경간이 3 m를 넘지 않는 슬래브에 사용되는 W5 또는 D5 이하의 용접철망은, 이 철망이 받침부에서 연속되어 있거나 잘 정착되어 있다면 받침부 위 슬래브 상단의 한 점으로부터 경간 중앙부 슬래브의 하단 부근 한 점까지 곡선으로 배근할 수 있다.
- (4) 발주자 대리인의 승인이 없는 한, 철근 조립을 위해 교차하는 철근을 용접해서는 안 된다.
- (5) 철근은 다른 철근, 도관 또는 매설물과의 간섭을 피하기 위하여 필요한 만큼 이동 배치할 수 있다. 만약, 철근이 철근 지름의 1배 이상이나 허용값 이상 이동해야 할 경우에는 책임기술자의 검토 및 확인 후 발주자 대리인의 승인을 받아야 한다.

3.5.4 철근의 간격 제한

- (1) 1단 배근에서 평행한 철근 사이의 순 간격은 d_b 이상으로 하되 최소 25 mm 이상이어야 한다.
- (2) 철근이 2단 이상으로 평행하게 배근될 경우 단과 단 사이의 순 간격은 25 mm 이상이어야 하며 상단철근을 하단철근의 바로 위에 설치해야 한다.
- (3) 나선철근 또는 띠철근으로 보강된 압축부재에서 주철근의 순간격은 $1.5 d_b$ 이상으로 하되 40 mm 이상이어야 한다.
- (4) 철근 사이의 순 간격 제한은 접촉 겹침이음과 이웃한 이음 또는 철근 간에도 적용해야 한다.
- (5) 콘크리트 장선 구조 이외의 벽체 및 슬래브에서 주철근의 간격은 벽이나 슬래브 두께의 3배 이하로 하되 450 mm를 초과할 수 없다.
- (6) 다발철근
 - ① 여러 개의 평행한 철근을 모아 다발철근을 만들 경우 한 다발의 철근 개수는 4개 이하로 한다.
 - ② 다발철근은 스테럽이나 띠철근으로 둘러싸야 한다.
 - ③ 보의 경우, 지름이 35 mm 철근 보다 큰 철근은 다발철근으로 사용할 수 없다.
 - ④ 휨 부재의 경간 내에서 끝나는 한 다발 안에 있는 각각의 철근은 최소한 $40 d_b$ 씩 어긋나게 끝나도록 배근하여야 한다.
 - ⑤ 철근의 간격 제한과 콘크리트의 최소 피복두께를 철근지름 d_b 로 나타낼 경우, 다발철근의 단위 직경은 동일 면적을 가진 단일 철근의 직경으로 환산한다.
- (7) 프리스트레싱 긴장재와 덕트
 - ① 부재의 양끝에서 프리텐셔닝 긴장재 간의 순 간격은, 강선인 경우 $4 d_b$, 강연선의 경우 $3 d_b$ 이상이어야 한다. 경간의 중앙부에서는 수직 간격을 조밀하게 할 수도 있고 강연선을 다발로 만들 수 있다.
 - ② 포스트텐셔닝 덕트는 콘크리트를 만족스럽게 타설할 수 있고, 긴장재의 인장 작업시 덕트가 파손되어도 긴장재가 덕트 밖으로 빠져나오지 않도록 설비를 할 경우 다발로 할 수 있다.

3.5.5 철근 보호를 위한 콘크리트 피복

- (1) 현장타설 콘크리트(프리스트레스트 콘크리트는 제외)에서 철근을 보호하기 위한 콘크리트의 최소 피복두께는 다음과 같다.

원자력발전소 콘크리트 공사

① 흠에 접하여 타설되고 영구히 흠에 노출되는 콘크리트	75 mm
② 흠에 접하거나 외기에 노출되는 콘크리트	
19 mm~51 mm 철근	50 mm
16 mm 철근, W31 또는 D31 철선 이하	40 mm
③ 외기나 흠에 접하지 않는 콘크리트	
슬래브, 벽체, 장선 구조;	
41 mm, 51 mm 철근	40 mm
35 mm 철근 이하	20 mm
보, 기둥;	
주철근, 띠철근, 스테럽, 나선철근	40 mm
셸, 절판(folded plate) 부재;	
19 mm 이상	20 mm
16 mm 철근, W31 또는 D31 철선 이하	13 mm
(2) 프리캐스트 콘크리트(공장관리 조건하의 제품)에서 철근을 보호하기 위한 콘크리트의 최소 피복두께는 다음과 같다.	
① 흠에 접하거나 외기에 노출되는 콘크리트	
벽체;	
41 mm, 51 mm 철근	40 mm
35mm 철근 이하	20 mm
기타 부재;	
41 mm, 51 mm 철근	50 mm
19 mm~35 mm 철근	40 mm
16 mm 철근, W31 또는 D31 철선 이하	30 mm
② 외기나 흠에 접하지 않는 콘크리트	
슬래브, 벽체, 장선 구조;	
41 mm, 51 mm 철근	30 mm
35 mm 철근 이하	13 mm
보, 기둥;	
주철근	철근지름(d_b)
	단, 16 mm 이상, 40 mm 이하
띠철근, 스테럽, 나선철근	10 mm
셸, 절판 부재;	
19 mm 이상	15 mm
16 mm 철근, W31 또는 D31 철선 이하	10 mm
(3) 프리스트레스트 콘크리트	

① 아래 ②와 ③을 제외하고 프리스트레스트 부재 및 일반 철근, 덕트, 단부 이음부에 대한 최소 피복두께는 다음과 같다.

흠에 접하여 타설되고 영구히 흠에 노출되는 콘크리트	75 mm
흠에 접하거나 외기에 노출되는 콘크리트	
벽체, 슬래브, 장선 구조	25 mm
기타 부재	40 mm
외기나 흠에 접하지 않는 콘크리트	
벽체, 슬래브, 장선 구조	20 mm
보, 기둥	
주철근	40 mm
띠철근, 스테럽, 나선철근	25 mm
셸, 절판 부재 ;	
16 mm 철근, W31 또는 D31 철선 이하	10 mm
기타 철근	철근지름(d_b), 단, 20 mm 이상

② 흠이나 외기 또는 부식의 우려가 있는 환경에 노출되는 프리스트레스트 콘크리트 부재로서 허용 인장을 초과하는 경우에는 최소 피복두께를 50% 증가시켜야 한다.

③ 공장관리 조건하에서 제작된 프리스트레스트 콘크리트 부재에서 프리스트레스 되지 않은 철근의 최소 피복두께는 “(2)”의 요건에 따라야 한다.

(4) 다발철근

① 다발철근의 최소 피복두께는 다발철근의 등가 지름과 같아야 하나 50 mm 이상일 필요는 없다. 그러나 흠에 접하여 타설되고 영구히 흠에 노출되는 콘크리트의 최소 피복두께는 75 mm이어야 한다.

(5) 부식성 환경

① 콘크리트가 부식성 환경이나 다른 극심한 외부 환경에 노출되는 경우, 피복두께를 적절하게 증가시켜야 하고 피복 콘크리트는 밀실하고 공극이 없어야 하며 다른 보호 대책도 강구해야 한다.

(6) 확장 예정 부위

① 장래 연장부와 부착시킬 목적으로 노출시킨 철근, 인서트 및 절판 등은 부식으로부터 보호되어야 한다.

3.5.6 철근 이음 및 정착

(1) 철근의 이음 위치 및 정착 방법, 위치 및 이음 길이는 공사시방서 혹은 설계도에 따른다. 공사시방서 및 설계도에 표시되지 않은 사항은 KCS 14 20 11에 따른다.

3.6 한중 콘크리트 공사

(1) 동결 또는 동결에 가까운 기온 조건에서는 콘크리트 재료를 가열하고 보호할 수 있는 장비를

원자력발전소 콘크리트 공사

사용해야 한다.

- (2) 모든 콘크리트 재료와 콘크리트와 접촉하게 될 모든 보강재, 거푸집, 채움재 및 지면에는 서리가 없어야 한다.
- (3) 결빙된 재료 또는 얼음이 포함된 재료는 사용할 수 없다.

3.7 서중 콘크리트 공사

- (1) 더운 날씨에서는 부재나 구조물의 소요강도 또는 사용성을 손상시키는 지나친 콘크리트의 온도상승 또는 수분 증발을 방지하기 위하여 콘크리트의 구성 재료, 생산 방법, 취급, 타설, 보호 및 양생에 충분한 주의를 기울여야 한다.
- (2) 콘크리트 온도를 조절하는 방법은 공사시방서에 기술되어야 한다.

3.8 특수한 콘크리트

- (1) 특수한 목적의 콘크리트가 사용될 때는 발주자 대리인의 승인을 받아 공사시방서에 따라 시공한다.

3.9 품질관리 및 검사

3.9.1 일반사항

- (1) 원자력 안전성관련 구조물에 적용하는 품질보증 프로그램은 어떠한 작업을 시작하기 전에 미리 개발해야 한다. 원자력발전소의 설계 및 시공 중에 품질보증 프로그램을 제정하고 집행하기 위한 일반요건 및 지침들은 원자력법 15조에 따라 수립된다.

3.9.2 품질관리 및 검사를 위한 시험

- (1) 사업주는 콘크리트 공사에 사용된 재료가 규정된 품질에 부합하는지를 결정하기 위하여 재료의 시험을 요구할 권리가 있다.
- (2) 재료 및 콘크리트의 시험은 공사시방서에 따라 시행하여야 한다.

3.9.3 콘크리트의 평가와 승인

- (1) 시험의 빈도

- ① 각 날짜에 타설되는 각 등급별 콘크리트의 강도시험용 시료는 하루에 한번 이상, 110 m³당 한번 이상, 슬래브나 벽체의 표면적 460 m²마다 한번 이상 채취해야 한다.
- ② 만약, 콘크리트의 전체 양이 적어 ①에 따라 실행한 시험 빈도수가 주어진 등급의 콘크리트에 대하여 5회 미만의 강도 시험만 가능할 경우, 시험은 적어도 무작위로 선택한 다섯 뱃치에 대하여 하거나, 만약 다섯 뱃치 보다 적은 경우에는 각 뱃치에 대하여 실시해야 한다.
- ③ 주어진 등급의 전체 콘크리트 량이 35m³보다 적을 경우, 만족할 만한 강도가 나올 수 있다는 기술자의 판단이 제시된다면 강도 시험을 생략할 수 있다.

- ④ 강도는 동일한 콘크리트 시료로 제작한 공시체 2개의 평균 강도로 해야 하고, 시험은 재령 28일에 하거나 설계기준강도(f_{ck})의 결정을 위해 지정된 재령에 시행해야 한다.

(2) 시험실 양생 공시체

- ① 강도시험용 시료는 공사시방서에 따라 채취해야 한다.
- ② 강도시험용 공시체는 공사시방서에 따라 만들고, 시험실에서 양생하여야 하며 공사시방서에 따라 시험하여야 한다.
- ③ 콘크리트의 강도 수준은 다음의 두 요건에 부합하는 경우에만 만족스러운 것으로 간주한다.
 가. 모든 연속적인 3개의 강도시험 결과, 평균값이 f_{ck} 이상
 나. 개개의 강도시험 값(2개 공시체의 평균)이 설계기준강도 f_{ck} 보다 3.5 MPa 이상 작아서는 안 된다.
- ④ 위 ③의 조건 중 어느 하나를 만족하지 않는다면 다음에 연속되는 강도시험 값의 평균을 증가시키기 위한 조치를 취해야 한다. 만약, 위 ③나.의 요건이 충족되지 않을 때는 다음 “(4)”의 요건에 대해 검토하여야 한다.

(3) 현장양생 공시체

- ① 담당기술자는 현장에 타설된 콘크리트의 보호와 양생의 적합성을 확인하기 위하여 현장 조건에서 양생된 공시체의 강도 시험을 요구할 수 있다. 또한, 현장양생 공시체에 대한 강도시험의 정확도를 확인하기 위하여 비파괴 시험을 요구할 수도 있다.
- ② 현장양생 공시체는 공사시방서에 따라 현장 조건에서 양생해야 한다.
- ③ 현장에서 양생되는 시험 공시체는 시험실에서 양생되는 시험 공시체와 같은 시간에 동일 시료로 만들어야 한다.
- ④ f_{ck} 의 결정을 위해 지정된 시험재령에 얻은 현장양생 공시체의 강도가 동일 조건으로 실험실에서 양생된 공시체 강도의 85% 미만이면 콘크리트의 양생과 보호절차를 개선해야 한다. 만일 현장 양생된 공시체의 강도가 f_{ck} 를 3.5 MPa 이상 초과한다면 85%의 제한 조항은 적용되지 않는다.

(4) 시험결과 강도미달시의 조사

- ① 시험실에서 양생된 공시체 개개의 압축강도시험 결과가 위 (1)①의 f_{ck} 값보다 3.5 MPa 이상 더 낮거나(위 (3)④ 참조) 또는, 현장에서 양생된 공시체의 시험 결과에서 콘크리트의 보호나 양생에 관한 문제가 발생하면[위 (2)③나. 참조], 구조물의 하중 전달능력을 유지할 수 있도록 필요한 조치를 취하여야 한다.
- ② 강도에 미달하는 콘크리트일 가능성이 확인되고, 계산 결과 하중 저항능력이 현저하게 감소되었을 것으로 판단될 때에는, 전문시방서에 따라 문제가 발생된 부위에서 채취된 코어 실험을 허용할 수 있다. 이러한 경우에는 f_{ck} 보다 3.5 MPa 이상 낮은 강도시험 대상 부위에서 3개의 코어를 채취해야 한다.
- ③ 구조물 콘크리트를 건조 상태에서 사용하게 되는 경우, 코어는 시험 전 7일 동안 공기 건조시킨 후 온도 15~30°C, 상대습도 60% 이하의 건조 상태에서 시험하여야 한다. 콘크리트의 사용조건이 표면 습윤 이상이면 코어는 적어도 40시간 동안 물 속에 담근 후 습윤 상태

원자력발전소 콘크리트 공사

로 시험하여야 한다.

- ④ 코어 시험에서 나타난 어느 부분의 콘크리트에서 만일 3개 코어의 평균값이 적어도 f_{ck} 의 85%에 도달하고, 그 중 어느 코어도 75%보다 작지 않으면 구조적으로 적합하다고 생각할 수 있다. 비정상적인 코어 강도 시험 결과가 나타날 경우에는 같은 위치에서 코어 실험을 추가 실시할 수 있다.
- ⑤ 위 ④의 규정을 만족하지 못하고 구조적 적합성이 의심스러울 경우 발주자 대리인은 의심스러운 부분에 대해 공사시방서에 따른 구조물의 재하시험을 지시하거나 기타 적절한 조치를 취할 수 있다.

3.9.4 철근의 품질관리

- (1) 콘크리트를 타설할 때, 철근에는 부착을 저하시키는 먼지나 기름, 또는 비금속성 도막 등이 없어야 한다. 본 기준에 인용된 표준 시방서에 따른 에폭시 도막 철근은 제작 상태(즉, 손상된 에폭시 도막은 보수되어야 함)는 물론 사용조건(온도 및 방사선)에 대해서 검증되어야만 사용할 수 있다.
- (2) 프리스트레싱 긴장재를 제외하고 철근의 녹 및 쇠 비듬은 철근의 표면돌기의 높이를 포함한 최소 치수와 쇠 솔질 시험의 시험 편 무게가 한국산업표준 요건을 만족하는 범위 내에서 허용된다.
- (3) 프리스트레싱 긴장재는 청결해야 하며, 기름, 먼지, 쇠비듬, 녹곰보 및 과도한 녹이 있어서는 안 된다. 다만, 경미한 산화물은 허용된다.

집필위원	분야	성명	소속	직급
	건축구조	홍건호	호서대학교	교수
	건축구조	김길희	공주대학교	교수
	건축구조	김재요	광운대학교	교수
	건축재료	오상근	서울과학기술대학교	교수
	건축구조	현창국	동양이엔알	대표

건설기준위원회	분야	성명	소속
	건축	김의중	건축사사무소 서보건축
		김재요	광운대학교
		남정수	충남대학교
		백민석	(주)건축사사무소 더블유
		서상욱	가천대학교
		양근혁	경기대학교
		윤준선	강남대학교
		이해일	오영이엔씨
		정영수	명지대학교

원자력발전소 콘크리트 공사

중앙건설기술심의위원회	성명	소속
	김천학	한국시설안전공단
	김태완	강원대학교
	신경재	경북대학교
	주영규	고려대학교
	박지훈	인천대학교
	김동관	청주대학교
	조훈희	고려대학교

국토교통부	성명	소속	직책
	오진수	국토교통부 건축안전과	과장
	이지형	국토교통부 건축안전과	사무관
	정연수	국토교통부 건축안전과	주무관

표준시방서
KCS 41 30 06 : 2021

원자력발전소 콘크리트 공사

2021년 8월 13일 발행

국토교통부

관련단체 대한건축학회
06687 서울특별시 서초구 효령로 87(방배동 917-9)
☎ 02-525-1841 E-mail : webmaster@aik.or.kr
<http://www.aik.or.kr/>

국가건설기준센터
10223 경기도 고양시 일산서구 고양대로 283(대화동)
☎ 031-910-0444 E-mail : kcsc@kict.re.kr
<http://www.kcsc.re.kr>